

Daya Gabung dan Aksi Gen pada Karakter Buah dan Hasil dari Populasi Setengah Diallel Lima Genotipe Pepaya (*Carica papaya* L.)

[Combining Ability and Gen Action on Fruit and Yield Character in Half Diallel Population of Five Papaya Genotype (*Carica papaya* L.)]

Budiyanti, T¹⁾, Sobir²⁾, Wirnas, D²⁾, dan Sunyoto¹⁾

¹⁾Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Jln. Raya Solok-Aripan Km. 8 Solok, Sumatera Barat, Indonesia 27301

²⁾Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB, Jln. Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16680

E-mail: tri_budiyanti@yahoo.com

Naskah diterima tanggal 2 Mei 2013 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 23 September 2015

ABSTRAK. Salah satu masalah dalam perakitan varietas hibrida, yaitu memilih tetua yang mempunyai daya gabung tinggi. Untuk menghasilkan hibrida F_1 pepaya dengan kualitas dan produksi yang tinggi diperlukan informasi daya gabung yang tinggi antartetua. Penelitian bertujuan mengetahui daya gabung umum (DGU) dan daya gabung khusus (DGK) untuk mendukung program perbaikan genetik varietas pepaya. Pendugaan DGU dan DGK menggunakan populasi setengah diallel lima genotipe pepaya. Lima tetua pepaya yang dipergunakan, yaitu BT2, Carmina, Dampit, Carmida, and Merah Delima. Penelitian menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak (RKL) dengan tiga ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakter bobot buah, panjang buah, dan kekerasan daging dikendalikan oleh aksi gen aditif. Tetua Dampit dapat dipilih sebagai tetua dengan DGU terbaik untuk karakter tersebut. Karakter tebal daging, PTT, jumlah buah, produksi per pohon, dan persentase buah cacat dikendalikan oleh aksi gen nonaditif karena efek DGK dan ragam nonaditif lebih besar daripada efek DGU dan ragam aditif. Hibrida Carmina x Carmida mempunyai nilai DGK dan rata-rata yang tinggi untuk karakter tebal daging dan PTT. Hibrida BT2 x Dampit, Carmina x Dampit, Dampit x Merah Delima, dan Dampit x Merah Delima mempunyai DGK dan rerata yang tinggi untuk karakter produksi per pohon. Pasangan kombinasi hibrid F_1 tersebut dapat berpotensi untuk dipilih sebagai varietas unggul hibrida pepaya dengan keunggulan produksi buah yang tinggi. Calon varietas unggul baru pepaya tersebut dapat dikembangkan di masyarakat sehingga akan meningkatkan produksi pepaya di Indonesia.

Katakunci: Pepaya; Daya gabung; Hibrida

ABSTRACT. Any of the problems in the assembly of hybrid varieties that choosing parental who have a high combining ability. To produce a F_1 hybrid papaya with quality and high production required a high combining ability information among parental. The objective of this research was to estimate general combining ability (GCA), specific combining ability (SCA), and heterosis to support the genetic improvement of papaya programs estimation GCA and SCA were using of population half diallel papaya with five parents. Five papaya genotypes (BT2, Carmina, Dampit, Carmida, and Merah Delima) were used as parents to generate 10 F_1 hybrid arrays. The experiment was conducted in a randomized block design with three replications. The results showed that additive gene action had greater effects on inheritance of fruit weight, fruit length, and flesh hardness. However, flesh thickness, total soluble solid (TSS), number of fruits per plant, and fruit yield per plant, were controlled by nonadditive gene action. The parental Dampit exhibited positive and significant GCA effect on fruit weight, fruit length, and flesh hardness. Parent BT2 and Carmina also had the highest negative GCA for fruit weight. Moreover, F_1 hybrid originated from crossing between Carmina x Carmida had SCA good for flesh thickness and highest SCA for TSS, while hybrid BT2 x Dampit, Carmina x Dampit, Dampit x Merah Delima and Dampit x Merah Delima, had SCA good for production per plant. Therefore, these combinations might be used to develop new high yielding hybrid varieties of papaya. The candidate of new superior variety papaya can be developed in the community so that it will increase the production of papaya in Indonesia.

Keywords: Papaya; Combining ability; Hybrid

Perakitan varietas unggul baru dengan buah berkualitas tinggi sangat diperlukan untuk mendukung komersialisasi pengembangan pepaya. Berdasarkan preferensi konsumen terdapat tiga kelompok ukuran buah, yaitu buah pepaya ukuran kecil (0,6–1,0 kg), ukuran sedang (1,0–1,5 kg), dan ukuran buah besar dengan bobot di atas 1,5 kg. Konsumen juga menghendaki buah dengan rasa daging buah manis (PTT lebih dari 13°brix), warna daging merah, dan tebal, kandungan vitamin A dan C tinggi, tekstur keras sehingga daya simpan lebih dari 7 hari setelah panen. Selain kualitas buah, tipe ideal pepaya juga harus

berumur genjah (cepat berproduksi), tidak melalui *lag phase*, persentase tanaman berbunga sempurna tinggi, dan memiliki produktivitas lebih dari 70 t/ha (Firdaus & Wagiono 2009, Sunyoto *et al.* 2009).

Pepaya merupakan tanaman menyerbuk silang dan memiliki bunga jantan, bunga betina, serta bunga sempurna (Pastor *et al.* 1990). Perakitan varietas unggul pepaya dengan memanfaatkan fenomena heterosis dan hibrida vigor merupakan cara yang efektif untuk mendapatkan pepaya berkualitas dan hasil yang tinggi. Upaya perbaikan varietas pepaya dengan memanfaatkan hibrida vigor telah dilakukan di

beberapa negara antara lain Thailand, India, Malaysia, Indonesia, dan Brazil (Mansha *et al.* 1999, Pereira *et al.* 2009, Hafsa *et al.* 2007). Tanaman unggul berupa varietas hibrida F_1 diperoleh melalui persilangan genotipe terpilih. Heterosis pada hibrida F_1 dalam beberapa kasus telah meningkatkan vigor tanaman dan hasil (Marin *et al.* 2006, Sukartini *et al.* 2009).

Informasi tentang daya gabung sangat diperlukan untuk mengidentifikasi tetua berpotensi yang menghasilkan hibrida unggul. Selain itu, informasi tentang daya gabung akan membantu untuk menentukan aksi gen yang mengendalikan sifat yang diperbaiki (Iriany *et al.* 2011). Daya gabung umum (DGU) digunakan untuk merancang penampilan rerata suatu galur dalam kombinasi hibrida, sedangkan daya gabung khusus (DGK) digunakan untuk merancang penampilan suatu galur dalam kombinasi tertentu. Kombinasi penampilan bisa lebih baik atau lebih buruk dari yang diharapkan berdasarkan penampilan rerata galur yang terlibat (Sprague & Tatum 1942, Griffing 1956). Daya gabung sangat diperlukan untuk mengidentifikasi kombinasi genotipe yang akan menghasilkan keturunan yang berpotensi kualitas hasil tinggi.

Penelitian daya gabung dan tipe aksi gen pada pepaya telah dilakukan oleh beberapa peneliti tetapi hasilnya berbeda-beda. Hal ini disebabkan sumber tetua yang digunakan oleh masing-masing penelitian mempunyai konstitusi genetik yang berbeda-beda sehingga untuk mengetahui daya gabung tetua-tetua yang berbeda perlu dilakukan analisis daya gabung tersendiri. Penelitian daya gabung dan tipe aksi gen menggunakan metode *partial diallel* dengan tiga tetua pepaya yang dilakukan oleh Sukartini & Budiyantri (2009), menunjukkan bahwa varietas Wonosobo merupakan penggabung umum yang baik untuk karakter ukuran buah besar dan tebal daging buah di dalam dan luar negeri. Selain itu tipe aksi gen yang memengaruhi karakter bobot buah adalah aksi gen aditif dan dominan lebih, sedangkan pada karakter tebal daging buah dan nilai PTT dipengaruhi oleh aksi gen dominan. Indriyani (2002) melakukan uji daya gabung lima tetua pepaya dengan metode setengah diallel menunjukkan bahwa ukuran buah, jumlah buah dan hasil dipengaruhi oleh aksi gen aditif dengan tingkat dominansi tidak lengkap, sedangkan karakter panjang tangkai, tebal daging, dan PTT dipengaruhi oleh aksi gen dominan dengan tingkat dominansi lebih. Menurut Sulisty (2006) peubah jumlah buah dan diameter buah ragam nonaditif lebih berperan, sedangkan pada peubah panjang buah dan bobot buah ragam aditif yang lebih berperan. Hasil penelitian Subhadrabandhu & Nontaswatsri (1997), menyatakan bahwa peubah bobot buah, panjang buah, dan diameter

buah dipengaruhi oleh gen aditif dan nonaditif dengan gen aditif sebagai pengaruh utama, sedangkan peubah jumlah buah per tanaman hanya dipengaruhi oleh gen aditif.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui DGU, DGK, dan tipe aksi gen pada karakter kualitas buah dan hasil pada populasi setengah diallel lima genotipe pepaya koleksi Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. Berdasarkan hasil analisis daya gabung tersebut diharapkan dapat memperoleh tetua yang mempunyai DGU tinggi dan sepasang kombinasi persilangan yang mempunyai DGK terbaik untuk karakter kualitas buah dan hasil.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2012 sampai Februari 2013. Lokasi penelitian di Kebun Petani Dramaga, Kabupaten Bogor. Berdasarkan Informasi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Dramaga, bahwa lahan percobaan berada pada ketinggian 190 m di atas permukaan laut (dpl).

Bahan Penelitian

Materi genetik yang digunakan, yaitu lima genotipe tetua dan 10 hibrida F_1 hasil kombinasi persilangan setengah diallel dari lima genotipe pepaya koleksi Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, yaitu P1 (BT2), P2 (BT3), P3 (Dampit), dan P4 (BT4), dan P5 (BT1). Hibrida F_1 yang dipergunakan, yaitu P1 x P2, P1 x P3, P1 x P4, P1 x P5, P2 x P3, P2 x P4, P2 x P5, P3 x P4, P3 x P5, dan P4 x P5.

Rancangan Percobaan

Percobaan dilakukan dengan menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak (RKL) dengan tiga ulangan. Setiap satuan percobaan terdiri atas 10 tanaman contoh. Tanaman yang diamati adalah tanaman yang memiliki tipe bunga sempurna.

Pelaksanaan Penelitian

Bibit pepaya ditanam di lapangan setelah berumur 45 hari sejak dipindahkan ke polibag, setiap lubang tanam ditanami dua tanaman. Jarak tanam yang digunakan, yaitu 3 m x 2,5 m. Perawatan tanaman dilakukan dengan pemupukan, penyiraman yang intensif pada awal pertumbuhan serta pengendalian hama dan penyakit dilakukan jika diperlukan.

Parameter Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap karakter bobot, tebal daging, kekerasan daging buah serta total padatan terlarut (PTT). Selain itu juga diamati jumlah buah

per pohon, produksi per pohon, dan persentase buah cacat pada umur 6 dan 9 bulan. Tebal daging buah diukur rerata dari bagian terlebar dan tersempit, PTT diamati menggunakan *hand refractometer* dan tingkat kekerasan daging diukur pada bagian ujung, pangkal dan tengah menggunakan *hand penetrometer*.

Analisa Data

Data karakter buah diperoleh dengan menggunakan data rerata dua periode panen, sedangkan data jumlah buah per pohon dan produksi per pohon menggunakan data gabungan dua kali pengamatan (umur 6 dan 9 bulan). Perbedaan antarperlakuan diuji menggunakan uji F pada taraf nyata 5%, bila terdapat perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan analisis ragam DGU dan DGK.

Daya gabung dianalisis dengan menggunakan prosedur analisis dialel sesuai metode II Griffing. Sidik ragam daya gabung, estimasi pengaruh DGU, estimasi pengaruh DGK, dan komponen ragam genetik dihitung dengan menggunakan persamaan yang diberikan oleh Singh & Chaudhary (1979). Uji beda nyata antara DGU dan DGK dilakukan dengan menggunakan uji beda kritis (*critical difference* = CD).

Nilai duga heritabilitas arti sempit dihitung dengan menggunakan persamaan yang diberikan Roy (2000), sebagai berikut :

$$H_{NS}^2 = \frac{2\sigma^2 DGU}{2\sigma^2 DGU + \sigma^2 DGK + \sigma^2 e}$$

dimana :

- H_{NS}^2 = Nilai duga heritabilitas arti sempit
- $\sigma^2 DGU$ = Ragam daya gabung umum
- $\sigma^2 DGK$ = Ragam daya gabung khusus
- $\sigma^2 e$ = Ragam galat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Ragam

Hasil analisis ragam DGU dan DGK untuk karakter bobot buah, kekerasan daging buah, tebal daging, PTT, persentase buah cacat, jumlah buah per pohon, dan produksi per pohon menunjukkan pengaruh sangat nyata (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat genotipe yang memiliki kemampuan menggabung yang tinggi dibanding dengan genotipe lainnya.

Daya Gabung Umum (DGU)

Tetua P3 mempunyai DGU tertinggi untuk semua karakter ukuran buah yang besar, berdaging tebal, daging buah yang keras dan PTT yang tinggi dibandingkan dengan empat tetua lainnya (Tabel 2

dan 3). Genotipe P1, P2, P4, dan P5 mempunyai nilai DGU yang negatif untuk karakter bobot buah. Hal ini berarti genotipe P1, P2, P4, dan P5 merupakan tetua penggabung umum yang baik untuk mendapatkan buah berukuran kecil atau medium.

Untuk karakter produksi per pohon, tetua P3 mempunyai daya gabung tertinggi dibanding empat tetua lainnya, tetapi nilai DGU untuk karakter jumlah buah negatif (Tabel 3). Tetua P5 mempunyai DGU tertinggi untuk jumlah buah. Sementara itu tetua P1 dan P2 mempunyai nilai DGU negatif untuk produksi per pohon. Hal ini menunjukkan bahwa P3 merupakan tetua yang akan menghasilkan hibrida dengan produksi yang tinggi apabila disilangkan dengan sejumlah genotipe lain walaupun DGU untuk jumlah buah negatif. Tetua P5 akan menghasilkan keturunan dengan jumlah buah dan produksi yang tinggi jika disilangkan dengan tetua lainnya.

Daya Gabung Khusus (DGK)

Hasil analisis DGK bobot buah, kekerasan daging, tebal daging, dan PTT terdapat pada Tabel 4. Hibrida P1 x P4 dan P4 x P5 merupakan kombinasi persilangan dengan DGK negatif untuk bobot buah dan mempunyai potensi untuk karakter ukuran buah kecil karena rerata bobot buahnya adalah 575 g dan 706 g. Bobot buah tersebut termasuk kelompok buah berukuran kecil. Hibrida P2 x P4, P3 x P4 dan P3 x P5 mempunyai DGK tinggi untuk karakter bobot buah dan mempunyai rerata bobot buah tertinggi di antara tujuh hibrida lainnya. Meskipun mempunyai DGK tertinggi untuk bobot buah tetapi penampilan rerata bobot buahnya termasuk kriteria sedang (Budiyanti et al. 2013).

Pertimbangan dalam pemilihan kombinasi persilangan yang baik harus mempertimbangkan efek DGK dan nilai rerata sifat terpenting (Aryana 2008).

Hibrida P4 x P5 mempunyai DGK yang tertinggi untuk karakter kekerasan daging dan PTT (Tabel 4). Selain itu hibrida P4 x P5 juga mempunyai penampilan kekerasan daging dan PTT tertinggi dibandingkan sembilan hibrida lainnya. Kualitas buah pepaya yang diinginkan konsumen saat ini, yaitu mempunyai ukuran buah kecil atau sedang, tekstur daging kenyal/keras, daging buah tebal, warna daging buah merah oranye, dan rasa manis. Berdasarkan kriteria tersebut maka hibrida P4 x P5 mempunyai potensi dipilih sebagai kombinasi persilangan terbaik karena mempunyai DGK tertinggi untuk karakter kekerasan daging, PTT serta DGK negatif untuk karakter bobot buah sehingga mempunyai karakter ideal untuk kualitas buah pepaya sesuai keinginan konsumen.

Kombinasi persilangan P1 x P4 merupakan kombinasi persilangan dengan DGK dan rerata jumlah

buah tertinggi, sedangkan hibrida P1 x P2 dan P4 x P5 mempunyai DGK negatif dan rerata jumlah buah terendah (Tabel 5). Hibrida P1 x P3, P3 x P4, dan P3 x P5 mempunyai DGK dan rerata produksi per

pohon yang tinggi. Hibrida-hibrida yang memiliki efek DGK tinggi menunjukkan bahwa tetuanya banyak menyumbangkan gen yang berguna untuk sifat yang diamati. Hibrida P1 x P4 mempunyai

Tabel 1. Kuadrat tengah hasil analisis ragam daya gabung pada karakter bobot buah, kekerasan daging, tebal daging, PTT, jumlah buah per pohon, produksi per pohon, dan persentase buah cacat (*Combining ability M.S of fruit weight, flesh hardness, flesh thickness, total soluble solid (TSS), number of fruits per plant, fruit yield per plant, and percentage abnormal of fruit*)

Sumber ragam (<i>Source of variance</i>)	DGU (<i>GCA</i>)	DGK (<i>SCA</i>)	Galat (<i>Error</i>)
Db (<i>d.f.</i>)	4	10	28
Bobot buah (<i>Fruit weight</i>)	499.148,90*	50619,70*	2489,86
Kekerasan daging (<i>Flesh hardness</i>)	400,53*	36,80*	5,73
Tebal daging (<i>Flesh thickness</i>)	21,49*	8,59*	0,75
PTT (<i>TSS</i>)	0,31*	0,26*	0,04
Jumlah buah per pohon (<i>Number of fruits per plant</i>)	147,1*	255,9*	24,2
Produksi per pohon (<i>Fruit yield per plant</i>)	968,3*	635,7*	40,3
Persentase buah cacat (<i>Percentage of abnormal fruit</i>)	33,9*	37,2*	8,1

* = berpengaruh nyata taraf 1%, ** = berpengaruh sangat nyata taraf 5%

Tabel 2. Efek DGU bobot buah, kekerasan daging, tebal daging, dan PTT (*General combining ability of fruit weight, flesh hardness, flesh thickness, and total soluble solid (TSS)*)

Genotipe (<i>Genotype</i>)	Bobot buah (<i>Fruit weight</i>), g	Kekerasan daging (<i>Flesh hardness</i>), kg/cm ²	Tebal daging (<i>Flesh thickness</i>), cm	PTT (<i>TSS</i>), °Brix
P1	-204,94	-0,080	-2,07	0,003
P2	-160,52	-0,038	-0,83	-0,170
P3	459,75	0,105	2,51	0,273
P4	-75,75	-0,038	-0,48	-0,238
P5	-18,53	0,051	0,87	0,132
CD	45,70	0,020	0,80	0,190

Tabel 3. Efek DGU jumlah buah per pohon, produksi per pohon dan persentase buah cacat (*General combining ability of number of fruits per plant, fruit yield per plant, and percentage abnormal of fruit*)

Genotipe (<i>Genotype</i>)	Jumlah buah (<i>Number of fruits per plant</i>)	Produksi per pohon (<i>Fruit yield per plant</i>), kg	Persentase buah cacat (<i>Percentage abnormal of fruit</i>), %
P1	0,17	-11,33	-1,97
P2	2,44	-9,66	2,59
P3	-7,59	17,71	1,82
P4	0,47	-0,81	-0,12
P5	4,49	4,10	-2,32
CD	4,50	5,81	2,60

Tabel 4. Efek DGK bobot buah, kekerasan daging, tebal daging, dan PTT (*Specific combining ability of fruit weight, flesh hardness, flesh thickness, and total soluble solid (TSS)*)

Genotype (Genotype)	Bobot buah (Fruit weight), g		Kekerasan daging (Flesh hardness), kg/cm ²		Tebal daging (Flesh thickness), cm		(TSS), °Brix	
	DGK (SCA)	Rerata (Average)	DGK (SCA)	Rerata (Average)	DGK (SCA)	Rerata (Average)	DGK (SCA)	Rerata (Average)
P1 x P2	17,50	620	-0,03	0,24	0,71	2,50	0,15	10,30
P1 x P3	180,60	1403	0,05	0,46	4,38	3,20	0,06	10,60
P1 x P4	-112,50	575	-0,07	0,20	-2,49	2,20	0,28	10,40
P1 x P5	104,20	848	-0,01	0,34	2,51	2,80	-0,09	10,40
P2 x P3	-106,00	1161	0,01	0,46	0,27	2,90	0,38	10,80
P2 x P4	347,80	1079	0,08	0,30	4,62	3,10	0,59	10,50
P2 x P5	60,60	849	0,01	0,40	-1,12	2,60	0,28	10,50
P3 x P4	274,20	1626	0,02	0,47	0,81	3,00	0,20	10,50
P3 x P5	226,70	1636	-0,05	0,49	1,71	3,30	-0,15	10,50
P4 x P5	-167,90	706	0,10	0,50	-1,01	2,60	0,65	10,80
CD	45,70		0,02		0,80		0,19	

Tabel 5. Efek DGK jumlah buah per pohon, produksi per pohon, dan persentase buah cacat (*Specific combining ability of number of fruits per plant, fruit yield per plant, and percentage abnormal of fruit*)

Genotype (Genotype)	Jumlah buah (Number of fruits per plant)		Produksi per pohon (Fruit yield per plant), kg		Persentase buah cacat (Percentage abnormal of fruit), %	
	DGK (SCA)	Rerata (Average)	DGK (SCA)	Rerata (Average)	DGK (SCA)	Rerata (Average)
P1 x P2	-16,06	50,5	-8,55	31,5	-2,11	24,6
P1 x P3	8,30	64,8	22,02	89,4	-7,63	18,4
P1 x P4	22,43	87,1	1,12	50,0	-4,35	19,7
P1 x P5	14,41	83,1	16	69,8	0,16	22,0
P2 x P3	9,49	68,3	10,94	80,0	6,74	37,3
P2 x P4	-3,93	62,9	17,59	68,1	5,87	34,5
P2 x P5	8,97	79,8	12,95	68,4	-1,44	24,9
P3 x P4	4,70	61,5	23,59	101,5	-8,84	19,0
P3 x P5	6,08	66,9	26,99	109,8	0,71	26,3
P4 x P5	-29,17	39,7	-36,07	28,2	-3,15	20,5
CD	4,5		5,81		2,6	

jumlah buah terbanyak dibanding hibrida lainnya, hal ini menunjukkan hibrida tersebut mempunyai kemampuan untuk mengatasi cekaman lingkungan yang menyebabkan gugur buah. Menurut Storey (1972) gugur buah pada pepaya disebabkan oleh cekaman air, kekurangan unsur hara, drainase yang jelek, dan serangan penyakit.

Komponen Ragam Aditif dan Dominan

Nilai ragam aditif pada karakter bobot buah dan kekerasan daging buah lebih besar daripada nilai

ragam nonaditif (Tabel 6). Demikian juga dengan rasio ragam aditif dan nonaditif dan heritabilitas tergolong tinggi, artinya sifat pada karakter-karakter tersebut lebih dipengaruhi oleh aksi gen aditif dan diwariskan pada keturunannya. Hasil penelitian ini hampir sama dengan penelitian Sukartini & Budiyaniti (2009), menunjukkan bahwa karakter bobot buah dikendalikan oleh aksi gen aditif.

Nilai ragam aditif untuk produksi per pohon, jumlah buah per pohon, tebal daging, PTT, dan persentase

Tabel 6. Nilai duga komponen-komponen ragam terhadap karakter bobot buah, kekerasan daging, tebal daging, PTT, jumlah buah per pohon, produksi per pohon dan persentase buah cacat (*Expected value of variance components of fruit weight, flesh hardness, flesh thickness, total soluble solid (TSS), number of fruits per plant, fruit yield per plant, percentage abnormal of fruit*)

Karakter	σ^2 aditif (σ^2 additive)	σ^2 nonaditif (σ^2 nonadditive)	Rasio σ^2 aditif / σ^2 nonaditif (Ratio σ^2 additive / σ^2 non additive)	h_{ns}	H_{bs}
Bobot buah (<i>Fruit weight</i>)	128.151,20	48,129,80	2,66	0,77	0,96
Kekerasan daging (<i>Flesh hardness</i>)	103,92	31,07	3,34	0,73	0,71
Tebal daging (<i>Flesh thickness</i>)	3,68	7,84	0,47	0,29	0,85
PTT (<i>TSS</i>)	0,01	0,21	0,05	0,05	0,84
Jumlah buah per pohon (<i>Number of fruits per plant</i>)	0,00	231,71	0,00	0,00	0,73
Produksi per pohon (<i>Fruit yield per plant</i>)	95,01	595,38	0,16	0,13	0,85
Persentase buah cacat (<i>Percentage of abnormal fruit</i>)	0,00	29,13	0	0	0,54

buah cacat lebih kecil daripada nilai ragam aditif. Heritabilitas arti sempit dan rasio ragam aditif dan non aditif karakter produksi per pohon, jumlah buah per pohon, tebal daging, PTT, dan persentase buah cacat tergolong rendah (Tabel 6).

Daya gabung ditentukan oleh dua aksi gen yaitu aditif dan nonaditif. Pengaruh aditif dikendalikan oleh poligen menghasilkan pengaruh yang pasti, sedang aksi gen nonaditif dihasilkan oleh aksi dominan, epistasis. DGU menunjukkan dasar sebuah pengukuran aksi gen aditif, sedangkan DGK menunjukkan aksi gen dominan, epistasis, dan efek interaksi. Poehlman & Sleper (2006), menyebutkan bahwa ragam aditif adalah fungsi aditivitas alel-alel yang berhubungan langsung dengan efek kuantitatif sehingga karakter-karakter tersebut terekspressi sebagai hasil kerja banyak gen pengendali.

Karakter bobot buah dan kekerasan daging buah lebih dipengaruhi oleh aksi gen aditif sehingga dalam merakit varietas unggul pepaya untuk ukuran buah dan kekerasan daging buah dapat dilakukan dengan mengatur proporsi gen aditif dalam program pemuliaan untuk perbaikan karakter tersebut. Tetua-tetua yang mempunyai nilai DGU positif diharapkan mempunyai kemampuan bergabung umum yang baik untuk menghasilkan genotipe dengan potensi hasil dan kualitas hasil yang lebih tinggi.

Hasil penelitian ini menunjukkan tetua P3 mempunyai efek DGU tertinggi untuk kekerasan daging buah dan ukuran buah besar sehingga tetua P3 merupakan penggabung yang baik untuk mendapatkan keturunan hasil persilangan pepaya berdaging buah keras dan ukuran buah besar. Tetua P3 dapat berpotensi untuk menjadi varietas sintetik dengan keunggulan

ukuran buah besar dan tekstur daging keras, tetapi karena DGU jumlah buah negatif maka kemungkinan jumlah buah yang dihasilkan sedikit. Preferensi konsumen saat ini menurut Broto *et al.* (1991), lebih menyukai buah berukuran kecil dan sedang sehingga dapat menggunakan tetua P1 dan P2 sebab mempunyai efek DGU negatif paling rendah. Hal ini seperti yang disampaikan Rubiyo *et al.* (2011), genotipe yang memiliki DGU tinggi dapat digunakan sebagai tetua penyusun varietas sintetik (*synthetic variety*) atau sebagai tetua pembuatan populasi dasar melalui metode seleksi berulang (*recurrent selection*).

Untuk memperbaiki karakter-karakter yang dipengaruhi oleh aksi gen nonaditif dapat dilakukan dengan mengeskplotasi heterosis dan pembentukan hibrida unggul pada karakter yang dikehendaki (Amiruzzaman *et al.* 2013). Oleh karena itu perbaikan karakter produksi per pohon tinggi, jumlah buah per pohon banyak, daging buah tebal, dan PTT tinggi dilakukan dengan memilih kombinasi hibrida yang mempunyai efek DGK terbesar, heterosis tinggi, dan mempunyai penampilan hibrida sesuai yang diinginkan konsumen.

KESIMPULAN DAN SARAN

Karakter bobot buah dan kekerasan daging dikendalikan oleh aksi gen aditif dan tetua P3 dapat dipilih sebagai tetua dengan DGU terbaik untuk karakter tersebut.

Karakter tebal daging, PTT, jumlah buah, produksi per pohon, dan persentase buah cacat dikendalikan oleh

aksi gen nonaditif karena efek DGK dan ragam non aditif lebih besar daripada efek DGU dan ragam aditif.

Hibrida P2 x P4 mempunyai DGK dan rerata yang tinggi untuk karakter tebal daging dan PTT, Hibrida P1 x P3, P2 x P3, P3 x P4, dan P3 x P5 mempunyai DGK dan rerata yang tinggi untuk karakter produksi per pohon sehingga kombinasi tetua-tetua ini dapat dipergunakan untuk merakit hibrida unggul untuk karakter-karakter tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian atas bantuan dana penelitian yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiruzzaman, M, Islam, MA, Hasan, L, Kadir, M & Rohman, MM 2013, 'Heterosis and combining ability in a diallel among elite inbred line of maize (*Zea mays* L.)', *J. Food Agric.*, no. 25, vol. 2, pp. 132-7.
- Aryana, Igp, M 2008, 'Daya gabung umum dan daya gabung khusus padi beras merah hasil silang puncak', *Agroteksos*, no. 1-3, vol. 18, hlm. 27-36.
- Broto, W, Sujanti & Sjaifullah 1991, 'Karakterisasi varietas untuk standarisasi mutu buah pepaya (*Carica papaya* L.)', *J. Hort.*, no. 1, vol. 2, hlm. 41-4.
- Budiyanti, T 2013, 'Analisis genetik populasi setengah dialel lima genotipe pepaya (*Carica papaya* L.)', Tesis Pascasarjana IPB, Bogor.
- Firdaus, M & Wagiono, YK 2009, 'Program kemitraan dan kajian pasar. Peningkatan daya saing buah nasional melalui riset nasional, pengalangan 10 tahun RUSNAS buah unggulan Indonesia, IPB, Bogor.
- Griffing, B 1956, 'Concepts of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems', *Anst. J. Biol. Sci.*, no. 9, pp. 463-93.
- Hafsah, S, Sastrosumarjo, S, Sujiprihati, Sobir & Hidayat, SH 2007, 'Daya gabung dan heterosis ketahanan pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap penyakit antraknosa', *Bul. Agron.*, no. 35, vol. 3, hlm. 197-204.
- Indriyani, NLP, Kuntjiyati, S & Soebijanto, H 2002, 'Daya gabung pada persilangan beberapa genotipe pepaya (*Carica papaya* L.)', *J. Hort.*, vol. 12, no. 4, hlm. 213-21.
- Iriany, NR, Sujiprihati, S, Syukur, M, Koswara, J & Yunus, M 2011, 'Evaluasi daya gabung dan heterosis lima galur jagung manis (*Zea mays* var. *saccharata*) hasil persilangan dialel', *J. Agron. Indonesia*, no. 39, vol. 2, hlm. 103-11.
- Mansha, R, Majumder, PK, Singh, BN & Ali Akhtar, S 1999, 'Studies on hybrid vigour in papaya (*Carica papaya* L.) varieties', *Indian Journal of Horticulture*, no. 56, hlm. 295-8.
- Marin, SLD, Pereira, MG, ATA Junior, LAP Martelleto & CD Ide 2006, 'Heterosis in papaya hybrids from partial diallel of 'Solo' and 'Formosa' parents', *J. Crop Breeding and Applied Biotechnology*, no. 6, pp. 24-9.
- Pastor, PMC, Galan-Sauco, V & Herrero-Romero, M 1990, 'Evaluation of papaya autogamy', *J. Fruits*, vol. 45, pp. 387-91.
- Pereira, MG, Viana, AP & Santana, TN 2009, 'Use of testers for combining ability and selection of papaya hybrids', *Journal Crop Breeding and Applied Biotechnology*, vol. 9, pp. 60-6.
- Poehlman, JM & Sleper 2006, *Breeding field crop*, 5th eds. Iowa State University Press (US).
- Roy, D 2000, *Plant breeding: Analysis and exploitation of variation*, Narosa Publishing House, New Delhi, pp. 701.
- Rubiyo, Trikoesoemaningtyas & Sudarsono 2011, 'Pendugaan daya gabung dan heterosis ketahanan tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap penyakit busuk buah (*Phytophthora palmivora*)', *J. Litri*, vol. 7, no. 3, hlm. 124-31.
- Singh, RK & Chaudary, BD 1979, *Biometrical methods in quantitative genetic analysis*, Kalyani Publishers, New Delhi, pp. 70-9.
- Sprague, GF & Tatum, LA 1942, 'General vs specific combining ability in single crosses of corn', *Jour Amer. Soc. Agron.*, vol. 34, pp. 923-32.
- Subhadrabandhu, S & Nontaswatsri, C 1997, Combining ability analysis of some characters of introduced and local papaya cultivars', *Scientia Horticulturae*, vol. 71, pp. 203-12.
- Sukartini, T, Budiyaniti & Sutanto, A 2009, 'Efek heterosis dan heritabilitas pada komponen ukuran buah pepaya F1', *J. Hort.*, vol. 19, no. 3, hlm. 249-54.
- Sukartini & Budiyaniti, T 2009, 'Uji daya gabung dan tipe aksi gen pada buah pepaya', *J. Hort.*, vol. 19, no. 2, hlm. 131-6.
- Sulistyo, A 2006, 'Evaluasi hasil persilangan analisis daya gabung serta pendugaan nilai heterosis tujuh genotipe pepaya (*Carica papaya* L.)', Tesis Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Storey, WB 1972, *Why papaya trees fail to fruit*, Honolulu (HI): University of Hawaii, (Agricultural Economics Circular; AEC-339), pp. 2.
- Sunyoto, T, Budiyaniti, Nofindawati & Fatria, D 2009, *Uji multilokasi 4 calon varietas unggul pepaya, dengan daging buah tebal, rasa manis PTT: 14-15° brix, warna daging buah merah dan tekstur renyah di 3 (tiga) lokasi*, Laporan Hasil Penelitian Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika (belum terpublikasi).